

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

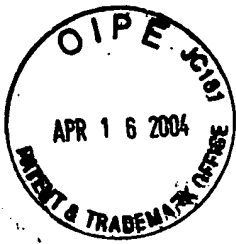
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Art Unit : Customer No.: 035811
Examiner :
Serial No. : 10/807,693
Filed : March 24, 2004
Inventors : Hiroshi Nakata Docket No.: 1052-04
: Nobuyuki Kageyama
: Koji Iwata Confirmation No.:
: Tetsuo Shimizu
: Chikara Kami
Title : HOT-ROLLED STEEL STRIP FOR HIGH
: STRENGTH ELECTRIC RESISTANCE
: WELDING PIPE AND MANUFACTURING
: METHOD THEREOF

Dated: April 14, 2004

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Certificate of Mailing Under 37 CFR 1.8

For

Postcard

Claim for Priority Under 35 U.S.C. §119
Certified Copy of Japanese Patent Appln. No. 2003-089125
Certified Copy of Japanese Patent Appln. No. 2003-090069
Certified Copy of Japanese Patent Appln. No. 2003-417881

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class Mail in an envelope addressed to Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on the date appearing below.

Name of Applicant, Assignee, Applicant's Attorney
or Registered Representative:

Piper Rudnick LLP
Customer No. 035811

By: 

Date: 14 APR 2004



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Art Unit :
Examiner :
Serial No. : 10/807,693
Filed : March 24, 2004
Inventors : Hiroshi Nakata
: Nobuyuki Kageyama
: Koji Iwata
: Tetsuo Shimizu
: Chikara Kami
Title : HOT-ROLLED STEEL STRIP FOR HIGH
: STRENGTH ELECTRIC RESISTANCE
: WELDING PIPE AND MANUFACTURING
: METHOD THEREOF

Customer No.: 035811
Docket No.: 1052-04
Confirmation No.:

Dated: April 14, 2004

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

We submit herewith the certified copies of Japanese Patent Application No. 2003-089125, filed March 27, 2003; Japanese Patent Application No. 2003-090069, filed March 28, 2003 and Japanese Patent Application No. 2003-417881, filed December 16, 2003, the priority of which is hereby claimed.

Respectfully submitted,

T. Daniel Christenbury
Reg. No. 31,750
Attorney for Applicants

TDC:ks
(215) 656-3381



JAPAN PATENT OFFICE

This is to certify that the annexed is a true copy of
the following application as filed with this Office.

Date of Application: March 27, 2003

Application Number: 2003-089125
[ST.10/C] : [JP2003-089125]

Applicant(s): JFE Steel Corporation

February 5, 2004

Commissioner,
Japan Patent Office

Yasuo IMAI
Certification No. 2004-3006629

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 3月27日

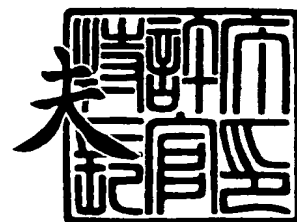
出願番号
Application Number: 特願2003-089125
[ST. 10/C]: [JP2003-089125]

出願人
Applicant(s): JFEスチール株式会社

2004年 2月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2004-3006629

【書類名】 特許願

【整理番号】 2003S00009

【提出日】 平成15年 3月27日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 C22C 38/00

【発明の名称】 低温靱性および溶接性に優れた高強度電縫管用熱延鋼帯

【請求項の数】 2

【発明者】

【住所又は居所】 岡山県倉敷市水島川崎通1丁目（番地なし） 川崎製鉄株式会社 水島製鉄所内

【氏名】 岩田 好司

【発明者】

【住所又は居所】 岡山県倉敷市水島川崎通1丁目（番地なし） 川崎製鉄株式会社 水島製鉄所内

【氏名】 清水 哲雄

【発明者】

【住所又は居所】 岡山県倉敷市水島川崎通1丁目（番地なし） 川崎製鉄株式会社 水島製鉄所内

【氏名】 上 力

【発明者】

【住所又は居所】 岡山県倉敷市水島川崎通1丁目（番地なし） 川崎製鉄株式会社 水島製鉄所内

【氏名】 景山 誠之

【特許出願人】

【識別番号】 000001258

【氏名又は名称】 川崎製鉄株式会社

【代理人】

【識別番号】 100072051

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 興作

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 074997

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0018860

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 低温靱性および溶接性に優れた高強度電縫管用熱延鋼帯

【特許請求の範囲】

【請求項1】 質量%で、

C : 0.005 ~ 0.04 %、

Si : 0.05 ~ 0.3 %、

Mn : 0.5 ~ 2.0 %、

Al : 0.001 ~ 0.1 %、

Nb : 0.001 ~ 0.1 %、

V : 0.001 ~ 0.1 %、

Ti : 0.001 ~ 0.1 %、

P : 0.03%以下、

S : 0.005 %以下および

N : 0.006 %以下

を含み、かつ

Cu : 0.5 %以下、

Ni : 0.5 %以下および

Mo : 0.5 %以下

のうちから選んだ一種または二種以上を含有し、さらに次式(1)

$$P_X = [\%C] + [\%Si]/30 + ([\%Mn] + [\%Cu])/20 + [\%Ni]/60 \\ + [\%Mo]/7 + [\%V]/10 \quad \text{--- (1)}$$

但し、[%M] は、M元素の含有量（質量%）

で示される P_X が0.17以下を満足し、残部はFeおよび不可避的不純物の組成になり、全組織中、主相であるベイニティックフェライトが95 vol%以上を占め、かつ析出Nb割合が5~80%の範囲を満足することを特徴とする、低温靱性および溶接性に優れた高強度電縫管用熱延鋼帯。

【請求項2】 請求項1において、鋼帯が、さらに質量%で

Caおよび/またはREM : 0.005 %以下

を含有する組成になることを特徴とする、低温靱性および溶接性に優れた高強度

電縫管用熱延鋼帯。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ラインパイプ用鋼管や油井管などの素材として好適な、低温靱性および溶接性に優れた高強度電縫管用熱延鋼帯に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

石油危機以来、北海、カナダ、アラスカ等の極寒地において、原油、天然ガスの採掘およびパイプラインの敷設が盛んに行われている。特にラインパイプの分野では、天然ガスやオイルの輸送効率向上のために大径・高圧操業の傾向があり、こうしたニーズに耐え得るパイプ素材として、厚肉または高強度および低コストで、しかも低温靱性および溶接性に優れた鋼材の要求が高まっている。

【0003】

また、ラインパイプ用鋼材については、現地で周溶接を施す必要があることから、溶接部の溶融金属部とHAZ（熱影響部）との硬度差の増大に起因した靱性の劣化を防止するために、低炭素当量設計にすることが望まれている。

【0004】

従来より、鋼管素材としては、厚板製品と熱延ミル製品（熱延製品）がある。例えば、特許文献1には、耐水素誘起割れ性に優れたラインパイプ用素材として厚板製品を提供する技術が開示されている。

また、熱延製品に関しては、特許文献2に、低炭素当量に調整されたスラブを、 Ar_3 点以上で圧延したのち、 $20^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上の冷却速度で速やかに冷却して 250°C 以下の温度で巻取する方法が開示されている。

【0005】

さらに、同じく熱延ミル製法として、特許文献3に、粗圧延後、一旦鋼板の表層温度を Ar_3 点以下に冷却したのち、鋼板自身の顕熱あるいは外部からの強制加熱によって Ar_3 点以上に加熱し、これに伴って生じるフェライト／オーステナイト逆変態過程で仕上げ圧延を終了することによって、製品表層を微細化する方法

が開示されている。

【0 0 0 6】

【特許文献 1】

特開平11-189840号公報

【特許文献 2】

特開昭64-25916 号公報

【特許文献 3】

特開平 1 - 207220号公報

【0 0 0 7】

【発明が解決しようとする課題】

既に述べたように、昨今のラインパイプの高圧操業に耐えるためには、鋼管素材の高強度化または厚肉化が必要であり、厚肉鋼管としては一般に厚板鋼板を用いたUOE鋼管が広く知られている。

これに対し、熱間圧延機で製造される熱延鋼帯は、比較的大きなスラブからコイル状に製品を巻き取り、造管工程に必要な長さに応じて払い出して鋼管を製造することが可能なため、素材の生産計画に制約がなく、また熱延ラインによっては粗圧延後の複数の中間コイルを継ぎ足して連続圧延をすることも可能なため、生産性が厚肉板よりも高く、結果として厚板製品よりも安く素材を提供することが可能である。さらに、厚板素材を用いるUOE鋼管は、複数回のプレス成型を経て造管されることから、プレスに応じた数のプレスラインが必要であるため、コイルから必要分を払い出すと同時に鋼管に成形される熱延鋼帯を素材とする電縫鋼管に較べて造管コストも高くなる。

このように、安価な鋼管素材を提供するという観点からは、厚板よりも熱延鋼帯の方が有利である。

【0 0 0 8】

一方、熱延鋼帯による製法である前掲特許文献 3 は、フェライト／オーステナイト逆変態を有効活用するための圧延および冷却スケジュールに関して適正条件を見出したものであるが、板厚が20mm前後になると、ここで提唱する冷却スケジュール下での冷却速度を確保しつつ製造するためにはより冷却能力の高い設備が

不可欠であるため、新しい製造ラインの建設やコスト増強を必要とする懸念があった。

また、板厚が厚くなればなるほど、表層部と中心部の温度差が拡大するため、板厚方向にわたる冷却速度差に起因した不均一な組織の生成を回避する対策も必要となる。

【0009】

また、前掲特許文献2では、低C、低Mnを追求して焼入れ性を抑制していることから、微細なベイナイト組織を得るために20℃/s以上の冷却速度と250℃以下の巻取り温度が不可欠である。しかしながら、一般的に、板厚が大きくなると板厚方向全域にわたって均等に速やかに冷却することは極めて難しく、厚肉材を製造する場合は強力な冷却能力を有する設備が不可欠になる。従って、実際の操業においては、この製造方法には限界があった。

【0010】

本発明は、上記の問題を有利に解決するもので、新しい製造ラインの建設やコスト増強の必要なしに、既存の設備で安価に製造することができる、低温靱性および溶接性に優れた高強度電縫管用熱延鋼帯を提案することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

すなわち、本発明の要旨構成は次のとおりである。

1. 質量%で、

C : 0.005 ~ 0.04%、

Si : 0.05 ~ 0.3 %、

Mn : 0.5 ~ 2.0 %、

Al : 0.001 ~ 0.1 %、

Nb : 0.001 ~ 0.1 %、

V : 0.001 ~ 0.1 %、

Ti : 0.001 ~ 0.1 %、

P : 0.03%以下、

S : 0.005 %以下および

N : 0.006 % 以下

を含み、かつ

Cu : 0.5 % 以下、

Ni : 0.5 % 以下および

Mo : 0.5 % 以下

のうちから選んだ一種または二種以上を含有し、さらに次式(1)

$$P_X = [\%C] + [\%Si]/30 + ([\%Mn] + [\%Cu])/20 + [\%Ni]/60 \\ + [\%Mo]/7 + [\%V]/10 \quad \text{--- (1)}$$

但し、[%M] は、M元素の含有量 (質量%)

で示される P_X が0.17以下を満足し、残部はFeおよび不可避免的不純物の組成になり、全組織中、主相であるベイニティックフェライトが95 vol%以上を占め、かつ析出Nb割合が5～80%の範囲を満足することを特徴とする、低温靱性および溶接性に優れた高強度電縫管用熱延鋼帯。

【0012】

2. 上記1において、鋼帯が、さらに質量%で

Caおよび/またはREM : 0.005 % 以下

を含有する組成になることを特徴とする、低温靱性および溶接性に優れた高強度電縫管用熱延鋼帯。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を具体的に説明する。

まず、本発明において鋼の成分組成を上記の範囲に限定した理由について説明する。なお、成分に関する「%」表示は特に断らない限り質量%を意味するものとする。

C : 0.005 ～0.04%

Cは、強度確保には重要な元素であり、所望強度を確保するためには0.005%以上の添加が必要であるが、0.04%を超えて多量に添加すると炭素当量の上昇により溶接性が劣化するだけでなく、冷却速度が速い場合にはマルテンサイトを生成し易く、逆に冷却速度が遅い場合にはパーライトを生成し易くなり、いずれに

しても鋼の靱性を劣化するおそれがあるので、Cは 0.005～0.04%の範囲に限定した。

【0 0 1 4】

Si：0.05～0.3 %

Siは、鋼の脱酸剤として有用であるが、含有量が多くなると電縫溶接時にMn-Si系の非金属介在物を形成して溶接部靱性を劣化させる原因となるため 0.3%を上限とした。一方、下限は、脱酸効果と現在の製鋼技術を勘案して0.05%に定めた。

【0 0 1 5】

Mn：0.5 ～2.0 %

Mnは、強度確保のために少なくとも0.5 %の添加が必要であるが、多量に添加すると炭素同様に靱性および溶接性を劣化させるため 2.0%を上限とした。

【0 0 1 6】

Al：0.001 ～0.1 %

Alは、Siと同様、鋼の脱酸剤として有用であるが、多量に添加するとアルミナ系介在物を生成して鋼の物性を劣化する懸念があるため、0.1 %を上限とする。下限は脱酸効果の観点から 0.001%とする。

【0 0 1 7】

Nb：0.001 ～0.1 %

Nbは、オーステナイト粒の粗大化および再結晶を抑制するため、微細化による高強度化に有効であるが、含有量が 0.001%未満ではその効果が十分に得られず、一方 0.1%を超えると溶接性を劣化させるので、Nbは 0.001～0.1 %の範囲に限定した。

【0 0 1 8】

V：0.001 ～0.1 %

Vは、析出硬化による高強度化に有用な元素であるが、含有量が 0.001%未満ではその効果が十分に得られず、一方 0.1%を超えると溶接性を劣化させるので、Vは 0.001～0.1 %の範囲に限定した。

【0 0 1 9】

Ti : 0.001 ~ 0.1 %

Tiは、オーステナイト粒の粗大化を防止して靱性を確保する上で有用であるだけでなく、析出強化による強度上昇にも有効に寄与するが、含有量が 0.001%未満ではその添加効果に乏しく、一方 0.1%を超えると溶接性を劣化させるので、Tiは 0.001~0.1 %の範囲に限定した。

【0020】

P : 0.03%以下、S : 0.005 %以下、N : 0.005 %以下

Pは、鋼中に不純物として存在するが、偏析し易い元素で鋼の靱性劣化をもたらすため、0.03%を上限とする。

Sも、P同様、鋼の靱性を劣化させるため、0.005 %を上限とする。

Nも、S、P同様、鋼の靱性を劣化させるため、0.005%を上限とする。

【0021】

本発明では低炭素当量設計によって焼入れ性を抑制しているため、安定してベイニティックフェライトを得るためには、熱延後の冷却速度をある程度確保する必要がある。そのため、緩冷却時に形成し易いパーライトおよびポリゴナルフェライトを生成させない目的で以下の元素を含有させる。

Cu : 0.5 %以下、Ni : 0.5 %以下およびMo : 0.5 %以下のうちから選んだ一種または二種以上

これらはいずれも、焼入れ性促進元素および強化成分として有用であるが、含有量が0.05%に満たないとその添加効果に乏しく、一方 0.5%を超えて多量に添加すると溶接性および靱性の劣化のみならず、合金コストの上昇を招くため、これらはいずれも 0.5%以下で含有させることにした。なお、Niは靱性の向上にも有効に寄与するが、多量の添加は溶接部靱性の劣化を招く。

【0022】

以上、基本成分について説明したが、本発明ではその他にも、以下に述べる元素を適宜含有させることができる。

Caおよび／またはREM : 0.005 %以下

Caは、低温靱性に有害な伸張したMn S 介在物をCa S と置き換えることで無害化するために添加するものであるが、0.005 %を超えて含有させるとCa系酸化物が

かえって靱性に対して有害化する。REM も同様である。そこで、これらは、単独添加または複合添加いずれの場合も、0.005 %以下で含有させるものとした。

【0023】

$$P_X = [\%C] + [\%Si]/30 + ([\%Mn] + [\%Cu])/20 + [\%Ni]/60 + [\%Mo]/7 + [\%V]/10$$

溶接部の靱性をASTMに準拠したCTOD試験にて鋭意調査した。このCTOD試験は、厚板の靱性評価に広く用いられている試験方法の一つである。このCTOD試験において、溶接の際にマルテンサイトが多量に生成すると割れ感受性が高くなって試験成績が悪くなることを確認し、溶接部におけるマルテンサイトの生成し易さ、すなわち焼入れ性を示す指標として上記 P_X を採用した。

そして、この P_X 値とCTOD試験結果とを比較したところ、極めて良い相関が得られ、この P_X 値が0.17以下となるように調整した成分系においては、溶接部のCTOD試験特性が非常に優れていることが究明された。

そこで、本発明では、上記の成分組成範囲を満足した上で、かつ上掲式 P_X の値が0.17以下となるように成分調整を行うことにしたのである。

【0024】

次に、本発明の鋼組織について説明する。

ベイニティックフェライト：95 vol%以上

鋼組織をベイニティックフェライト主体とするのは、強度と靱性を確保するためである。強度を確保するためには、微細な組織とする必要があり、この観点からはベイニティックフェライトの結晶粒径は $10\mu\text{m}$ 以下程度とすることが望ましい。なお、結晶粒径は公称粒径を用いる。公称粒径は、板厚方向L断面組織写真を用いて、切断法により求めた結晶粒の切片長さの平均を $2/(\pi)^{1/2}$ 倍して得る。

次に、母材靱性については、単相組織とすることが有効であり、組織中にパーライトや上部・下部ベイナイトおよびマルテンサイトなどの生成は5 vol%未満に抑制する必要がある。また、溶接部靱性については、化学成分で概ね決定することができ、上記した P_X 値が0.17以下のベイニティックフェライト単相組織（組織分率：95 vol%以上）であれば、良好な靱性値が得られることが確認された。

。

なお、ベイニティックフェライトとは、粒内に多くの転位が入った低温変態フェライト組織であり、通常のフェライトであるポリゴナルフェライト（高温で変態した軟質な初析フェライト）とは明瞭に異なるものである。また、ベイニティックフェライトの体積分率は、断面組織写真を画像処理して面積比率を求め、それを体積分率に変換して得る。

【0025】

析出Nb割合：5～80%

低炭素化に伴って強度を確保するために、Nbなどの合金元素の析出による析出強化が使われている。強度を確保するためには、合金元素の析出が有効であるが、多量の析出は靱性を著しく劣化させるので、析出Nb割合は、その上限を80%と規定する。靱性を向上させるには、析出Nb割合は60%以下、より好ましくは30%以下に抑えることが有効である。ただし、強度を確保するためには少なくとも5%は必要である。なお、析出Nb割合は、析出Nb量（mass%）／含有Nb量（mass%）×100で求めることができる。

【0026】

図1に、鋼A（質量%で、C：0.011%，Si：0.22%，Mn：1.45%，Nb：0.045%，V：0.075%，Cu：0.01%，Ni：0.01%）および鋼B（質量%で、C：0.028%，Si：0.24%，Mn：1.62%，Nb：0.048%，V：0.071%，Cu：0.01%，Ni：0.01%）の連铸スラブをそれぞれ、加熱温度：1200℃、仕上温度：800℃の条件で圧延を行って熱延鋼帯を作製し、その熱延鋼帯から析出物残渣分析用試験片（10mm角×50mm）およびCTOD試験片を採取して、析出Nb割合と母材CTODとの関係について調査した結果を示す。ここで、母材CTODとは、パイプボディより切り出したサンプルによるCTOD試験のことである。

【0027】

析出物分析では、まず試料をマレイン酸系電解液（10%マレイン酸－2%アセチルアセトン－5%テトラメチルアンモニウムクロライド－メタノール）中で低電流電解（約20mA/cm²）し、残渣をメンブランフィルター（孔径：0.2 μm φ、47mm φ）で捕集する。その後、フィルターおよび残渣を灰化後、ホウ酸リチウム（Li₂B₄O₇）と過酸化ナトリウム（Na₂O₂）の混合融剤を用いて融解する。融成

物は塩酸で溶解後、水で一定量に希釈し、ICP発光分析法で定量化した。

【0028】

CTOD試験は、BRITISH STANDARDの BS 7448:Part 1 1991 に準拠し、パイプ内周方向に試験片を採取して、パイプ長手方向にノッチを入れている。試験片の形状および寸法は図3に示すとおりである。

【0029】

図1より、0.25mm以上という臨界CTOD値を達成するには、析出Nb割合を80%以下とする必要があることが分かる。

【0030】

次に、本発明鋼の好適製造条件について説明する。

上記の好適成分組成に調整した鋼を、転炉などで溶製し、連続鋳造法等でスラブとする。

スラブ加熱温度：1000～1300℃

鋼板の靱性向上のためには、加熱温度が低い方が結晶粒の微細化が期待できるので望ましいが、1000℃未満になると必要な強度を得られない場合がある他、通常スラブ加熱は1200℃付近で実施されることが多いため、製造チャンスが限定されて非効率となる。一方、1300℃を超えるとオーステナイト粒が粗大化して靱性に不利になるだけでなく、エネルギーロスまたはスケール生成量の増加によって表面性状が悪化する懸念がある。

【0031】

仕上圧延について

仕上終了温度は、熱延鋼帯の強度および靱性を確保するために重要であり、所望とする特性を得るためには、仕上圧延終了温度は($A_{r3}-50^{\circ}\text{C}$)以上とすることが望ましい。

【0032】

巻取り温度：700℃以下

巻取り温度が700℃を超えると、組織の粗大化を招き、著しい靱性の劣化を引き起こす。従って、十分な量の析出量を確保すると共に微細な組織を得るためには、巻取り温度を700℃以下とすることが好ましい。特に好ましくは600℃以下

、さらに好ましくは 550℃以下である。なお、強度を得るためには析出量を多くすることが必要であるが、250℃未満では十分な析出量を得られない。

【0033】

図2に、巻取り温度（CT）と析出Nb割合との関係について調べた結果を示す。

同図より、析出Nb割合はCTに比例していることが分かる。CTが700℃を超えると析出Nb割合が80%を超えてしまうので、良好な靱性を得るためにはCTを700℃以下ということが好ましい。特に好ましくは600℃以下である。

【0034】

【実施例】

表1に示す成分組成になる連続鑄造スラブを、表2に示す条件で処理して、熱延鋼帯とした。

かくして得られた熱延鋼帯の機械的特性および鋼組織について調べた結果を、表2に併記する。

なお、母材および溶接部の靱性は、試験温度：-10℃におけるCTOD試験によって評価した。CTOD試験片の寸法・形状は図3に示したとおりである。また、溶接部試験片は、平板の状態で通電溶接した部分から、試験片の長手方向が溶接線と直角を成すように採取した。

そして、ノッチ部外側にクリップゲージを付けて試験片を3点曲げに供し、ノッチ先端加工部の先に疲労亀裂を生じた時のクリップゲージ変位（mm）を評価指標とした。ここに、上記のクリップゲージ変位が0.25mm以上であれば、靱性は良好といえる。

【0035】

【表 1】

表 1

No.	成分組 成 (mass%)														P x	備 考	
	C	Si	Mn	P	S	N	Al	Nb	V	Ti	Cu	Ni	Mo	Ca			REM
1	0.021	0.25	1.45	0.016	0.002	0.001	0.026	0.044	0.067	0.016	0.30	0.31	0.150	0.0220	—	0.150	発明鋼
2	0.019	0.26	1.65	0.017	0.002	0.001	0.027	0.045	0.070	0.014	0.29	0.31	—	—	—	0.137	〃
3	0.029	0.25	1.44	0.017	0.003	0.001	0.027	0.048	0.072	0.015	—	0.30	0.154	—	0.0160	0.144	〃
4	0.022	0.23	1.45	0.015	0.002	0.001	0.026	0.045	0.071	0.014	0.31	—	0.147	—	—	0.146	〃
5	0.030	0.22	1.45	0.018	0.002	0.001	0.028	0.043	0.068	0.015	0.32	—	—	0.0140	—	0.133	〃
6	0.020	0.25	1.46	0.017	0.003	0.001	0.030	0.045	0.071	0.014	—	0.29	—	—	0.0090	0.113	〃
7	0.027	0.24	1.46	0.018	0.002	0.001	0.030	0.044	0.068	0.015	—	—	0.148	—	—	0.115	〃
8	0.025	0.25	1.45	0.015	0.002	0.001	0.026	0.045	0.071	0.014	0.31	—	0.147	—	—	0.149	〃
9	0.025	0.25	1.45	0.015	0.002	0.001	0.026	0.045	0.071	0.014	0.31	—	0.147	—	—	0.149	〃
10	0.025	0.25	1.45	0.015	0.003	0.001	0.026	0.045	0.071	0.014	0.31	—	0.147	—	—	0.149	〃
11	0.024	0.25	1.45	0.016	0.002	0.001	0.026	0.044	0.067	0.016	0.30	0.31	0.150	0.0020	—	0.153	〃
12	0.024	0.25	1.48	0.016	0.002	0.001	0.026	0.044	0.067	0.016	0.30	0.31	0.150	0.0020	—	0.155	〃
13	0.024	0.25	1.65	0.016	0.002	0.001	0.026	0.044	0.067	0.016	0.30	0.31	0.150	—	0.0025	0.163	〃

14	0.058	0.25	1.44	0.017	0.002	0.003	0.027	0.048	0.072	0.015	0.29	0.28	0.010	0.0015	—	0.166	比較鋼
15	0.029	0.51	1.44	0.017	0.002	0.002	0.027	0.048	0.072	0.015	0.05	0.30	0.150	—	—	0.154	"
16	0.029	0.25	2.30	0.017	0.002	0.002	0.027	0.048	0.072	0.015	0.15	0.05	0.020	—	—	0.171	"
17	0.029	0.25	1.44	0.074	0.002	0.002	0.027	0.048	0.072	0.015	0.20	0.25	0.010	0.0020	0.0010	0.132	"
18	0.029	0.25	1.44	0.017	0.021	0.003	0.027	0.048	0.072	0.015	0.33	0.20	0.154	0.0014	—	0.158	"
19	0.029	0.25	1.44	0.017	0.002	0.012	0.027	0.048	0.072	0.015	0.05	0.30	0.154	—	0.0009	0.146	"
20	0.029	0.25	1.44	0.017	0.002	0.002	0.570	0.048	0.072	0.015	0.20	—	0.050	—	0.0008	0.134	"
21	0.029	0.25	1.44	0.017	0.003	0.002	0.027	0.200	0.072	0.015	—	0.30	—	—	0.0010	0.122	"
22	0.029	0.25	1.44	0.017	0.002	0.003	0.027	0.048	0.320	0.015	0.29	0.30	0.154	0.0010	0.0010	0.183	"
23	0.029	0.25	1.44	0.017	0.002	0.002	0.027	0.048	0.072	0.230	—	0.20	—	0.0020	0.0010	0.120	"
24	0.029	0.25	1.44	0.017	0.003	0.002	0.027	0.048	0.072	0.015	0.69	—	0.005	0.0016	0.0010	0.152	"
25	0.029	0.25	1.44	0.017	0.002	0.003	0.027	0.048	0.072	0.015	0.30	0.78	0.154	—	0.0022	0.167	"
26	0.029	0.25	1.44	0.017	0.002	0.002	0.027	0.048	0.072	0.015	0.31	0.30	0.800	0.0018	0.0010	0.251	"
27	0.029	0.25	1.44	0.017	0.002	0.002	0.027	0.048	0.072	0.015	0.35	0.30	0.154	0.0120	—	0.161	"
28	0.029	0.25	1.44	0.017	0.003	0.002	0.027	0.048	0.072	0.015	0.32	0.30	0.154	0.0021	0.0080	0.160	"
29	0.035	0.26	1.48	0.021	0.002	0.003	0.027	0.075	0.065	0.052	0.65	0.40	0.154	0.0010	0.0010	0.185	"

$$P_x = [\%C] + [\%Si]/30 + ([\%Mn] + [\%Cu])/20 + [\%Ni]/60 + [\%Mo]/7 + [\%V]/10$$

【0036】

【表 2】

表 2

No.	製 造 条 件				板厚 (mm)	機 械 的 特 性			鋼組織・ α_B の 組織比率 (vol%)	α_B の 析出Nb 割合 (%)	考 備
	加熱温度 ($^{\circ}\text{C}$)	仕上温度 ($^{\circ}\text{C}$)	冷却速度 ($^{\circ}\text{C}/\text{s}$)	巻取り 温度 ($^{\circ}\text{C}$)		強度 (MPa)	母材 CTOD (mm)	溶接部 CTOD (mm)			
1	1200	795	8	480	17.5	577	0.42	0.32	α_B	42	発明例
2	1200	800	8	590	15.9	635	0.35	0.28	$\alpha_B + B$	58	"
3	1200	810	12	320	19.1	555	0.45	0.35	$\alpha_B + MA$	25	"
4	1200	780	8	580	15.9	622	0.32	0.26	α_B	60	"
5	1200	790	7	560	17.5	613	0.34	0.30	α_B	55	"
6	1200	800	10	450	19.1	568	0.43	0.34	$\alpha_B + MA$	37	"
7	1200	800	8	520	19.1	604	0.32	0.27	α_B	45	"
8	1200	780	8	750	15.9	577	0.12	0.07	$\alpha_B + B$	85	比較例
9	1200	800	7	580	14.3	613	0.40	0.31	α_B	58	発明例
10	1200	805	10	450	12.7	604	0.40	0.30	$\alpha_B + B$	40	"
11	1200	805	7	750	12.7	586	0.15	0.08	$\alpha_F + \alpha_B + P$	85	比較例
12	1200	795	8	590	14.3	635	0.45	0.32	α_B	61	発明例
13	1200	800	10	470	15.9	595	0.56	0.42	α_B	42	"

14	1200	800	10	590	17.5	666	<u>0.15</u>	<u>0.12</u>	$\alpha_B + B$	70	60	比較例
15	1200	795	10	610	19.1	630	0.36	<u>0.13</u>	α_B	100	57	"
16	1200	800	7	600	20.6	639	<u>0.17</u>	<u>0.09</u>	α_B	100	58	"
17	1200	805	7	620	15.9	613	<u>0.15</u>	<u>0.08</u>	$\alpha_P + \alpha_B$	90	62	"
18	1200	810	8	600	14.3	608	<u>0.12</u>	<u>0.06</u>	α_B	100	58	"
19	1200	800	8	610	14.3	613	<u>0.13</u>	<u>0.06</u>	$\alpha_B + B$	97	59	"
20	1200	800	7	600	15.9	595	<u>0.18</u>	<u>0.12</u>	$\alpha_P + \alpha_B$	96	63	"
21	1200	805	7	620	15.9	728	0.30	<u>0.12</u>	α_B	100	59	"
22	1200	800	8	605	14.3	658	<u>0.19</u>	<u>0.15</u>	α_B	100	57	"
23	1200	800	7	580	15.9	622	<u>0.13</u>	<u>0.06</u>	$\alpha_P + \alpha_B + P$	90	60	"
24	1200	795	7	600	12.7	604	0.32	<u>0.18</u>	$\alpha_B + MA$	96	62	"
25	1200	800	10	350	17.5	586	0.30	<u>0.15</u>	α_B	100	35	"
26	1200	800	10	595	14.3	608	0.34	<u>0.20</u>	$\alpha_B + MA$	96	57	"
27	1200	805	7	603	12.7	608	<u>0.22</u>	<u>0.18</u>	α_B	100	59	"
28	1200	795	7	610	14.3	613	<u>0.20</u>	<u>0.15</u>	α_B	100	60	"
29	1200	800	7	600	15.9	630	0.26	<u>0.20</u>	$\alpha_B + MA$	97	62	"

* α_B : ベイニックフエライト、 α_P : ポリゴナルフエライト、B: ベイナイト、P: パーライト、MA: 島状マルテンサイト

【0037】

表 2 に示したとおり、発明例はいずれも、鋼組織が、 $\alpha_B \geq 95 \text{ vol\%}$ のベイニティックフェライト主体で、しかも析出 Nb 割合が 5 ～ 80% を満足する組織であり、また強度も $T S \geq 550 \text{ MPa}$ と高く、しかも母材および溶接部のクリップゲージ変位はいずれも 0.25mm 以上であって母材および溶接部の靱性に優れていることが分かる。

これに対し、No. 8 および No. 11 はいずれも、巻取温度が 700℃ を超えているため、オーステナイト粒の粗大化を招き、靱性の劣化を引き起こしている。

また、No. 14 ～ 29 はいずれも、成分組成が本発明の適正範囲を外れているため、所望の靱性を確保することができなかった。

【 0 0 3 8 】

【発明の効果】

かくして、本発明によれば、従来は厚板製品が主流であった電縫鋼管用素材として、高強度でかつ溶接部靱性に優れた熱延鋼帯を安価に供給することができ、工業的に極めて有用である。

【図面の簡単な説明】

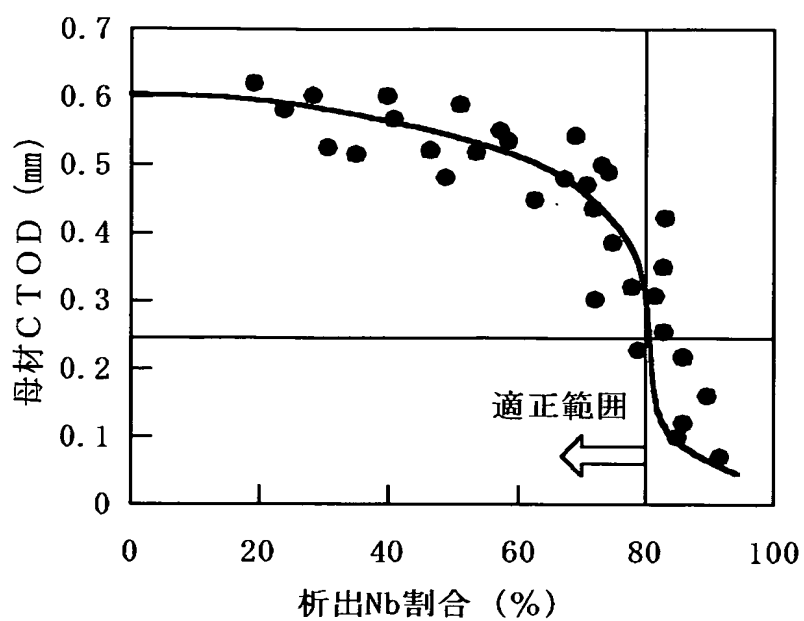
【図 1】 析出 Nb 割合と母材 CTOD との関係を示した図である。

【図 2】 巻取り温度 (C T) と析出 Nb 割合との関係を示した図である。

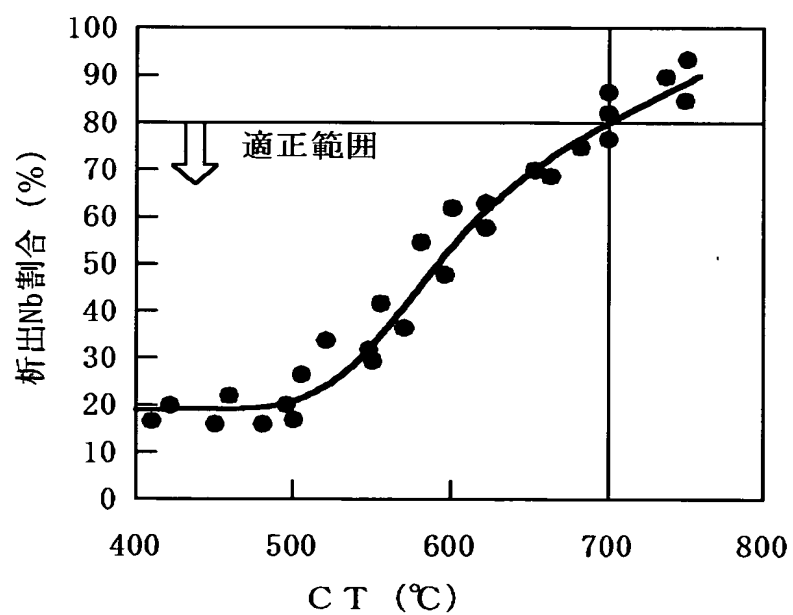
【図 3】 CTOD 試験片の寸法・形状を示した図である。

【書類名】 図面

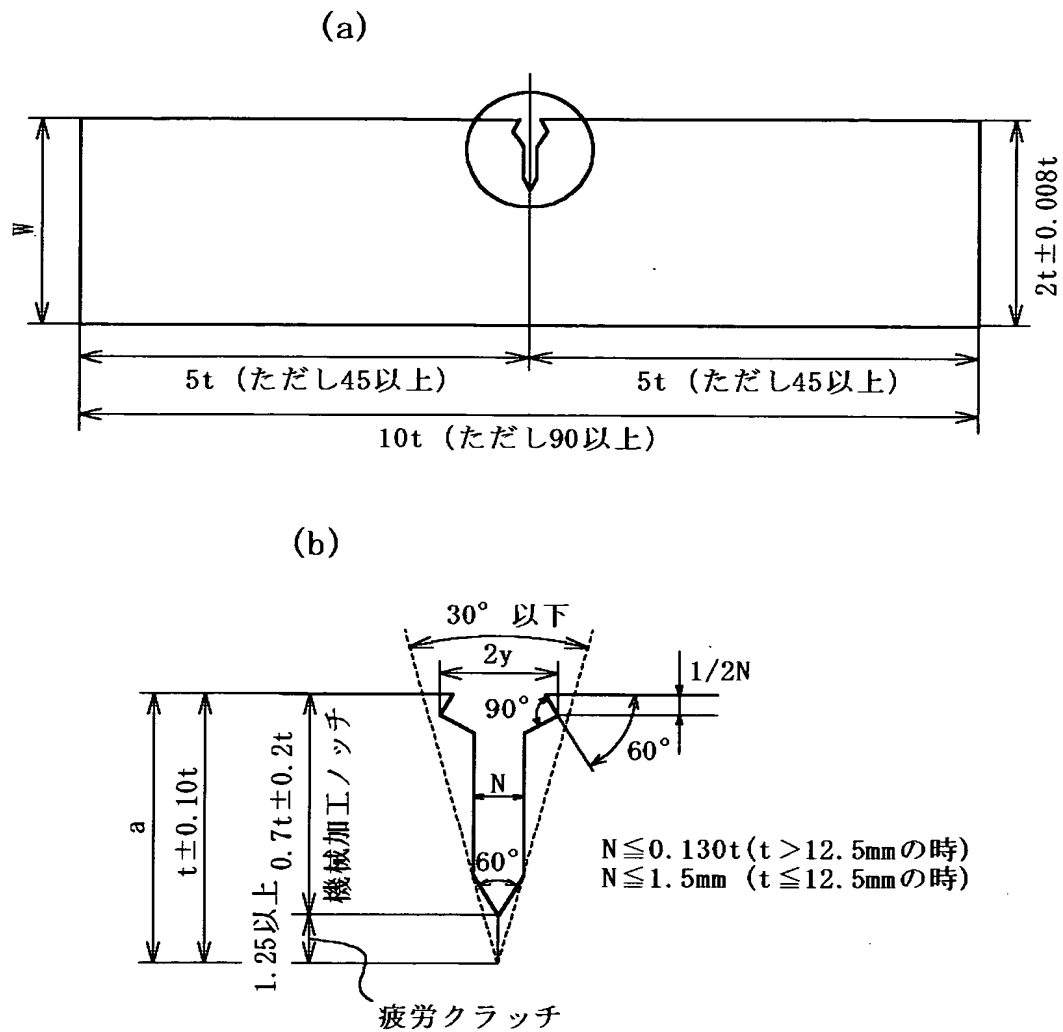
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 新しい製造ラインの建設やコスト増強の必要なしに、既存の設備で安価に製造することができる、低温靱性および溶接性に優れた高強度電縫管用熱延鋼帯を提供する。

【解決手段】 低炭素鋼中に、特にCu：0.5 %以下、Ni：0.5 %以下およびMo：0.5 %以下のうちから選んだ一種または二種以上を、次式(1)

$$P_X = [\%C] + [\%Si]/30 + ([\%Mn] + [\%Cu])/20 + [\%Ni]/60 \\ + [\%Mo]/7 + [\%V]/10 \quad \text{--- (1)}$$

で示される P_X が0.17以下を満足する範囲で含有し、残部はFeおよび不可避免的不純物の組成にすると共に、主相であるベイニティックフェライトが95 vol%以上を占め、かつ析出Nb割合が5～80%の範囲を満足する鋼組織とする。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 8 9 1 2 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 1 2 5 8]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 1 3 日
[変更理由] 新規登録
住 所 兵庫県神戸市中央区北本町通 1 丁目 1 番 2 8 号
氏 名 川崎製鉄株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 4 月 1 日
[変更理由] 名称変更
住所変更
住 所 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号
氏 名 J F E スチール株式会社